

УРОЛОГИЯ

УДК 616.6

А. Г. Васильев¹, Н. К. Гаджиев², Н. С. Тагиров³, А. З. Лихтшангоф¹**ЗНАЧЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ КАМНЕОБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ЕСТЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЕЙ В МОЧЕ ПРИ ДВУСТОРОННЕМ НЕФРОЛИТИАЗЕ**

¹ Санкт-Петербургская государственная педиатрическая медицинская академия, Российская Федерация, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

² Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России, Российская Федерация, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 4

³ Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы, Российская Федерация, 195257, Санкт-Петербург, ул. Вавиловых, 14

Нефролитиаз в настоящее время встречается не менее чем у 3% населения и занимает первое место среди хирургических заболеваний органов мочеполовой системы с заболеваемостью в России более 500 случаев на 100 000 населения. Проведено обследование 653 больных нефролитиазом (из них 559, или 85,6%, с односторонним и 94, или 14,4%, с двусторонним), поступивших для лечения в клинику урологии ВМедА им. С. М. Кирова в период с 1999 по 2005 гг. Мужчин было 60 (63,8%), женщин — 34 (36,2%); средний возраст — 46,9±11,4 г. Всем больным проведено полное клиническое, лабораторное и рентгенологическое обследование. Параллельно обследовано 125 лиц контрольной группы, не страдавших заболеваниями мочевыводящей системы. Анализ клинических проявлений, процессов мочеобразования, физико-химических свойств мочи и почечного транспорта основных камнеобразующих веществ показал отсутствие достоверных различий лишь по концентрации аммония и удельной электропроводности между больными с одно- и двусторонним нефролитиазом. Ввиду наличия достоверных различий по остальным параметрам представляется очевидным необходимость выделения двусторонней формы нефролитиаза в отдельную группу. На основе дискриминантного анализа построена многомерная модель прогнозирования риска развития двустороннего нефролитиаза. Для прогнозирования риска развития двустороннего нефролитиаза высокоинформативным является показатель относительного риска. В пользу высокого риска свидетельствуют повышение pH мочи более 6,1, снижение концентрации магния мочи менее 2,26 ммоль/л, значения степени насыщения мочи оксалатом кальция более 3,27 и относительная канальцевая реабсорбция менее 97,5%. Клиническая апробация выявила высокую способность предложенной математической модели к прогнозированию развития двустороннего нефролитиаза. Библиогр. 18 назв. Ил. 1. Табл. 7.

Ключевые слова: двусторонний нефролитиаз, мочеобразование, камнеобразующие вещества, прогнозирование риска, математическая модель, дискриминантный анализ.

THE SIGNIFICANCE OF ANALYTICAL URINE CONCENTRATIONS OF CALCULUS-FORMING SUBSTANCES AND NATURAL COMPLEXING AGENTS IN BILATERAL NEPHROLITHIASISA. G. Vasiliev¹, N. K. Gadzhiev², N. S. Tagirov³, A. Z. Lihtshangof¹

¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical Academy, 2, ul. Litovskaya, St. Petersburg, 194100, Russian Federation

² The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, 4, ul. Akademika Lebedeva, St. Petersburg, 194044, Russian Federation

³ St. Elizaveta City Hospital, 14, ul. Vavilovkykh, St. Petersburg, 195257, Russian Federation

Nephrolithiasis nowadays is found in 3% of population and occupies the first place among surgical ailments of urinary and genital system with an incidence of more than 500 cases per 100,000 in Russia. The study involved 653 patients with nephrolithiasis (559 of these or 85,6% with unilateral ailment and 94 or 14,4% with bilateral nephrolithiasis) admitted for treatment at Urology Dept. of Medicomilitary Academy in St. Petersburg, Russia between 1999 and 2005. 60 of the latter group (63,8%) were males and 34 (36,2%) — females with a mean age of $46,9 \pm 11,4$. All patients got complete clinical, laboratory and X-ray examination. Parallel with these 125 healthy controls were examined who did not have any ailments of urinary system. Analysis of clinical manifestations, uropoietic processes, physical and chemical characteristics of urine and renal transport of main calculus-forming substances showed no significant differences only in the ammonium concentration and specific electrical conductivity between patients with mono- and bilateral nephrolithiasis. In consideration of the significant differences in other parameters, the need for bilateral nephrolithiasis to form a separate group is clear. A multivariate model based on discriminant analysis predicting the risk of bilateral nephrolithiasis development was constructed. The relative risk criterion is highly informative to predict the risk of bilateral nephrolithiasis development. The signs of high risk are: urine pH rise over 6,1, concentration of the urine magnesium decrease under 2,26 mmole/l, level of the urine saturation with calcium oxalate over 3,27 and the relative tubular reabsorption under 97,5%. Clinical testing revealed high ability of the proposed mathematical model for predicting the development of bilateral nephrolithiasis. Refs 18. Fig 1. Tables 7.

Keywords: bilateral nephrolithiasis, uropoiesis, calculus-forming substances, risk forecasting, mathematical model, discriminant analysis.

Нефролитиаз в настоящее время встречается не менее чем у 3% населения, является одним из распространенных урологических заболеваний и занимает первое место среди хирургических заболеваний органов мочеполовой системы. Заболеваемость данной патологией в России составила в 2002 г. 535,8 случаев на 100 000 населения. Вышесказанное определяет высокую значимость проблемы диагностики и лечения нефролитиаза [1, 2]. Двусторонний нефролитиаз — форма мочекаменной болезни, характеризующаяся двусторонней локализацией конкрементов, тяжестью течения заболевания, высокой частотой рецидивирования. Он встречается у 15–17% больных нефролитиазом [3].

О роли гиперэкскреции и гиперконцентрации в моче веществ, входящих в состав камней, и естественных комплексообразователей в патогенезе уролитиаза существуют противоположные мнения. Ряд авторов [4–6] придают большое значение гиперэкскреции кальция, фосфатов, оксалатов и уратов. Другие исследователи [7, 8] выявили только увеличение экскреции кальция, в то время как концентрации кальция, оксалатов, уратов, фосфатов и других электролитов в моче больных не отмечались или были ниже, чем в контрольной группе. Некоторые авторы [9] не выявили различий в экскреции кальция, а также оксалата [10].

В настоящее время поиск методов непосредственной оценки кристаллообразующей активности и возможности прогнозирования риска развития двустороннего нефролитиаза является актуальной и одной из приоритетных задач. Это связано со значительной тяжестью течения данного заболевания, высокой частотой осложнений, частым рецидивированием, а также с отсутствием в современной научной литературе систематизированной информации метафилактического характера по двустороннему нефролитиазу [11, 12]. Один из лабораторно-диагностических методов интегральной оценки риска камнеобразования основан на исследовании структурных особенностей высыхающей капли мочи больных мочекаменной болезнью [13], однако он не обладает достаточной прогностичностью, не позволяет выявить метаболический тип нефролитиаза и слабо коррелирует с химическим составом конкремента [14]. Предлагается также критерий литогенности мочи, основанный на использовании метода КВЧ-

диэлектрометрии и определении комплексного коэффициента отражения [15]. Между тем, ряд исследователей полагает, что изменения физических параметров мочи являются преимущественно следствием воспалительного процесса, осложняющего течение мочекаменной болезни, и каждый из этих показателей в отдельности не может использоваться для прогнозирования течения заболевания [16, 17].

Материалы и методы. В исследуемую группу были включены 653 больных нефролитиазом (559, или 85,6%, с односторонним (A_1) и 94, или 14,4%, с двусторонним (A_2)), поступивших для лечения в клинику урологии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова в период с 1999 по 2005 гг. Мужчин было 60 (63,8%), женщин — 34 (36,2%); средний возраст — $46,9 \pm 11,4$ г. Всем больным проведено полное клиническое, лабораторное и рентгенологическое обследование. Параллельно обследовано 125 лиц контрольной группы, не страдавших заболеваниями мочевыводящей системы (A_0).

Биохимические исследования крови выполнялись на биохимическом анализаторе «Sapphire 400» (Япония) и включали определение креатинина, мочевины, хлорида, натрия, кальция, калия, магния, неорганических фосфатов, мочевой кислоты, общего белка. Биохимическое исследование мочи выполнялась на системе капиллярного электрофореза «Капель-105М» («Люмэкс», Россия) и включало в себя определение экскреций оксалата, цитрата, кальция, магния, калия, мочевой кислоты, неорганического фосфора, натрия, хлорида, аммония, сульфата, креатинина с последующим перерасчетом в концентрации, определение pH. Физические параметры суточной мочи включали в себя определение относительной плотности, электропроводности, поверхностного натяжения. Клиренсные почечные показатели рассчитаны по общепринятым формулам на стандартную поверхность тела [18].

Для построения математической многомерной модели прогнозирования риска развития двустороннего нефролитиаза нами был использован дискриминантный анализ. При этом использовались только переменные, измеренные в количественной и порядковой шкале. Для верификации модели использовалась имеющаяся матрица наблюдений. При проведении дискриминантного анализа группирующим служил признак одно- или двустороннего развития нефролитиаза: 1 — односторонний; 2 — двусторонний. В целях отбора группы наиболее информативных признаков, включаемых в конечную модель, оценена информативность каждого в дисперсионном однофакторном анализе, произведена их экспертная оценка, опробован ряд моделей с различным набором признаков [11].

Результаты и обсуждение. Результаты исследования частоты гипер- и гипоекскреции камнеобразующих веществ и естественных комплексообразователей в группе здоровых и в группах больных нефролитиазом, исходя из критериев R. Stark и A. Hesse (2000) [6], представлены в таблице 1.

Результаты исследований аналитических концентраций в моче основных эндогенных камнеобразующих веществ и естественных комплексообразователей демонстрируют наличие достоверных различий в гиперэкскреции кальция в группах больных одно- и двусторонним нефролитиазом ($p < 0,01$). Анализ клинических проявлений, процессов мочеобразования, физико-химических свойств мочи и почечного транспорта основных камнеобразующих веществ (табл. 2) показал отсутствие достоверных различий лишь по концентрации аммония и удельной электропроводности между больными с одно- и двусторонним нефролитиазом. Ввиду наличия до-

стоверных различий по остальным параметрам представляется очевидным необходимость выделения двусторонней формы нефролитиаза в отдельную группу.

Таблица 1. Частота гиперэкскреций камнеобразующих веществ и основных ингибиторов камнеобразования

Показатель	Контрольная группа (A ₀) n = 125	Односторонний нефролитиаз (A ₁) n = 559	Двусторонний нефролитиаз (A ₂) n = 94	Уровень p A ₀ -A ₁ A ₀ -A ₂ A ₁ -A ₂
Экскреция кальция > 8 ммоль/сут.	9 (7,2%)	79 (14,1%)	9 (9,6%)	>0,05 >0,05 <0,01
Экскреция фосфатов >75 ммоль/сут.	3 (2,4%)	7 (1,3%)	0 (0,0%)	<0,01 <0,01 <0,01
Экскреция оксалатов > 0,5 ммоль/сут.	0 (0,0%)	77 (13,7%)	9 (9,6%)	<0,01 <0,01 0,05-0,01
Экскреция мочевой кислоты > 4 моль/сут.	35 (28,0%)	263 (47,0%)	46 (48,9%)	<0,01 >0,05 >0,05
Экскреция магния < 3 ммоль/сут.	27 (21,6%)	225 (40,2%)	47 (50,0%)	<0,01 <0,01 <0,01
Экскреция цитрата < 2,5 ммоль/сут.	2 (1,6%)	42 (7,5%)	7 (7,4%)	<0,01 <0,01 >0,05

Таблица 2. Показатели процессов мочеобразования, физико-химических свойств мочи и почечного транспорта основных камнеобразующих веществ у здоровых и у больных одно- и двусторонней формой нефролитиаза

Показатель	Контрольная группа (A ₀) n = 125	Односторонний нефролитиаз (A ₁) n = 559	Двусторонний нефролитиаз (A ₂) n = 94	Уровень p A ₀ -A ₁ A ₀ -A ₂ A ₁ -A ₂
Диурез (л/сут.)	1,15±0,42	1,41±0,46	1,52±0,43	<0,01 <0,01 0,05-0,01
Концентрационный индекс креатинина	123,9±60,64	79,04±48,72	68,14±48,48	<0,01 <0,01 0,05-0,01
Удельная электропроводность (χ), Ом ⁻¹ · м ⁻¹	1,00±0,50	1,34±0,46	1,35±0,39	<0,01 <0,01 >0,05
Ионная сила мочи (μ), моль/л	0,25±0,06	0,19±0,05	0,17±0,05	<0,01 <0,01 <0,01
Кальций мочи (ммоль/л)	4,40±1,74	3,86±1,85	3,18±1,63	<0,01 <0,01 <0,01

Показатель	Контрольная группа (A ₀) n = 125	Односторонний нефролитиаз (A ₁) n = 559	Двусторонний нефролитиаз (A ₂) n = 94	Уровень p A ₀ -A ₁ A ₀ -A ₂ A ₁ -A ₂
Магний мочи (ммоль/л)	4,20±1,98	2,90±1,62	2,26±1,28	<0,01 <0,01 <0,01
Мочевая кислота мочи (ммоль/л)	3,30±1,65	3,26±1,89	2,84±1,36	>0,05 0,05-0,01 <0,01
Фосфор мочи (ммоль/л)	30,30±12,86	20,91±11,00	16,54±9,57	<0,01 <0,01 <0,01
Аммоний мочи (ммоль/л)	37,60±13,82	30,12±10,17	30,06±9,77	<0,01 <0,01 >0,05
Оксалаты мочи (ммоль/л)	0,20±0,08	0,27±0,11	0,24±0,08	<0,01 <0,01 <0,01
Цитраты мочи (ммоль/л)	5,00±1,59	3,69±1,49	3,36±1,16	<0,01 <0,01 0,05-0,01
pH мочи	5,65±0,35	5,73±0,57	6,15±0,93	>0,05 <0,01 <0,01

Как и для мочекаменной болезни в целом, для двустороннего нефролитиаза характерно достоверное снижение концентрационной функции почек и, вследствие этого, более высокий диурез и более низкие концентрации камнеобразующих веществ (за исключением оксалата) по сравнению со здоровыми лицами.

Среди больных с двусторонним нефролитиазом средние величины общего кальция сыворотки крови не превышали указанного уровня (табл. 3). Экскреция кальция выше 7,5 ммоль/сутки наблюдалась у 9 (9,57%), а относительная реабсорбция фосфора ниже 75% у наблюдаемой группы не отмечалась. Классической биохимической триады первичного гиперпаратиреозидизма (увеличение общего кальция сыворотки крови выше 2,75 ммоль/л, экскреция кальция более 7,5 ммоль/сутки, реабсорбция неорганического фосфора менее 75–80%) в полном объеме нами у больных с двусторонним нефролитиазом не выявлено.

С учетом вышеприведенных данных, становится очевидным патогенетическая обособленность и независимость двусторонней формы мочекаменной болезни. Ввиду многообразия физико-химических проявлений мочекаменной болезни, в целом, и двусторонней формы нефролитиаза, в частности, а также отсутствия показателей, позволяющих адекватно оценивать риск развития двустороннего камнеобразования, поиск в этом направлении представляется актуальным.

Как показывает анализ результатов проведенного нами дисперсионного анализа (табл. 4), для построения дискриминантной модели может быть использован ряд показателей, имеющих статистически достоверную связь с вариантом поражения почек. Наиболее тесная связь выявлена с pH мочи ($F = 34,6$; $p < 0,001$), CH HAP

($F = 27,8$; $p < 0,001$), показателями CH HUR и PU ($F = 13,1$; $p < 0,001$), а также MgU ($F = 12,9$; $p < 0,001$), R% ($F = 11,1$; $p < 0,001$) и CaU ($F = 11,0$; $p < 0,001$). Несколько менее значимы такие показатели, как MJU ($F = 6,8$; $p < 0,01$) и CH CaOX ($F = 6,1$; $p < 0,05$).

Таблица 3. Показатели фосфорно-кальциевого обмена у больных нефролитиазом

Показатель	Контрольная группа (A ₀) n = 125	Односторонний нефролитиаз (A ₁) n = 21	Двусторонний нефролитиаз (A ₂) n = 46	Уровень p A ₀ -A ₁ A ₀ -A ₂ A ₁ -A ₂
Кальций крови (ммоль/л)	2,28±0,12	2,29±0,15	2,30±0,16	>0,05 >0,05 >0,05
Кальций мочи (ммоль/л)	4,42±1,74	3,86±1,85	3,18±1,63	<0,01 <0,01 <0,01
Фосфат крови (ммоль/л)	1,00±0,19	0,93±0,18	0,98±0,21	<0,01 >0,05 0,05-0,01
Фосфат мочи (ммоль/л)	30,27±12,86	20,91±11,00	16,54±9,57	<0,01 <0,01 <0,01
Экскреция кальция > 8 ммоль/сут.	9 (7,2%)	79 (14,1%)	9 (9,57%)	>0,05 >0,05 <0,01
Экскреция фосфатов >75 ммоль/сут.	3 (2,4%)	7 (1,25%)	0 (0%)	<0,01 <0,01 <0,01
Частота гиперкальциемии >2,5 (ммоль/л)	3 (2,4%)	30 (5,36%)	7 (7,4%)	>0,05 >0,05 >0,05

Таблица 4. Оценка вклада эффектов фактора в дисперсию показателей

Показатель	Дисперсия, обусловленная влиянием		F-критерий Фишера	Уровень значимости F-критерия Фишера, p
	контролируемого фактора	неконтролируемых факторов		
pHU	13,994	0,404	34,6	0,000000
MgU	0,000032	0,0000024	12,9	0,000341
PU	0,002	0,00012	13,1	0,000313
CAU	0,000037	0,0000033	11,0	0,000958
KICR	9568,239	2370,456	4,0	0,044940
R%	29,135	2,624	11,1	0,000911
MJU	0,020	0,003	6,8	0,009130
CH HUR	13,996	1,071	13,1	0,000324
CH CaOX	5,544	0,915	6,1	0,014086
CH HAP	3090,204	111,091	27,8	0,000000

Результирующая дискриминантная модель содержала 4 переменных (табл. 5). Полученная модель статистически достоверна (критерий $F(4,648) = 12,5; p < 0,001$). Самым информативным показателем для прогнозирования варианта поражения почек в полученной дискриминантной модели, таким образом, оказался рН мочи ($p < 0,001$). Данная переменная имеет наибольшие отношения межгрупповой и внутригрупповой дисперсий.

Таблица 5. Информативность признаков, вошедших в модель

Название признака	Значение F-критерия	Уровень значимости признака в модели, p
pHU	26,3	<0,001
MgU	4,8	0,029
R%	2,8	0,092
CH CaOX	3,4	0,067

При выполнении канонического анализа получена одна каноническая линейная дискриминантная функция (КЛДФ) с уровнем значимости $p < 0,001$ (критерий χ^2 -квадрат Пирсона — 48,5; число степеней свободы $df = 4$). Характер факторной структуры канонической функции (табл. 6) позволил интерпретировать ее как фактор щелочного сдвига рН мочи: наиболее тесная корреляционная связь данной канонической функции выявлена с данной переменной ($r = -0,83$). При условии равной априорной вероятности принадлежности пациента к рассматриваемым группам получены линейные классификационные дискриминантные функции:

$$F1 = -2076,27 + 22,89 \times \text{pHU} - 9784,25 \times \text{MgU} + 41,33 \times \text{R} - 2,76 \times \text{CH CaOX},$$

$$F2 = -2068,17 + 23,82 \times \text{pHU} - 9952,00 \times \text{MgU} + 41,20 \times \text{R} - 2,98 \times \text{CH CaOX},$$

где: pHU — рН мочи; MgU — концентрация магния мочи, моль/л; R% — относительная канальцевая реабсорбция, %; CH CaOX — степень насыщения мочи кальций оксалатом.

Таблица 6. Факторная структура канонических функций

Название признака	Каноническая функция № 1
pHU	-0,827868
MgU	0,506448
R%	0,468644
CH CaOX	0,346230

Первая классификационная дискриминантная функция соответствует группе пациентов с односторонним, вторая — с двусторонним нефролитиазом.

Для практического применения полученной дискриминантной модели используется расчет значений данных классификационных функций по результатам обследования пациента. Функция, значение которой оказывается больше, указывает на группу, вероятность принадлежности пациента к которой выше.

Верификация полученной модели проводилась на основании распознавания моделью имеющейся группы больных (табл. 7). Эффективность полученной модели близка к 80%, что подтверждает возможность достаточно качественного прогноза характера поражения почек.

Таблица 7. Показатели качества полученной дискриминантной модели, %

Показатель	Значение показателя на обучающей выборке, <i>n</i> = 653
Чувствительность	78,8
Специфичность	82,8
Эффективность (безошибочность)	79,1
Уровень ложноотрицательных ответов	18,2
Уровень ложноположительных ответов	16,2

Проведенный анализ матрицы факторной структуры канонических переменных, координат центроидов исследуемых групп, а также коэффициентов канонической линейной дискриминантной функции показывает, что в пользу высокого риска двустороннего поражения свидетельствуют: высокое значение рН мочи, низкие концентрации магния мочи и степень насыщения мочи кальция оксалатом, а также малое значение относительной канальцевой реабсорбции. С целью получения единственной линейной функции нами был выполнен канонический дискриминантный анализ, в результате которого получено:

$$\text{КЛДФ} = -10,50 - 1,17 \times \text{РНУ} + 211,64 \times \text{MgU} + 0,16 \times \text{R} + 0,28 \times \text{СН CaOX}.$$

Предложить шкалу риска двустороннего нефролитиаза позволяет построение канонической линейной дискриминантной функции. Оценка риска в соответствии с полученными координатами центроидов групп пациентов с одно- и двусторонним нефролитиазом проводится следующим образом (рис.): на оси выделенной дискриминантной канонической функции при ее значении, меньшем $-0,68$, риск развития двустороннего нефролитиаза высок: относительный риск (ОР), рассчитанный по результатам оценки имеющейся матрицы наблюдений, составил 2,6. При значениях КЛДФ в интервале от $-0,68$ до $0,11$ риск развития двустороннего нефролитиаза умеренный (ОР = 0,9). Минимальный риск (ОР = 0,6) отмечается при значениях КЛДФ более $0,11$.



Рис. Оценка риска двустороннего поражения почек по значению КЛДФ

Весьма важным нам представляется введение нового прогностического показателя, позволяющего оценивать с высокой (до 80%) эффективностью риск развития двустороннего нефролитиаза как самой сложной формы мочекаменной болезни. При расчете ОР на основании лабораторного исследования мочи становится возможным прогнозировать риск развития двустороннего нефролитиаза.

В целях клинической апробации полученной математической модели мы провели на основе анкетирования анализ отдаленных результатов лечения 60 больных, как с двусторонним, так и с односторонним нефролитиазом (при условии отсутствия фрагментов и резидуальных камней). По исходным данным был произведен расчет риска развития двустороннего нефролитиаза. Рецидив двустороннего нефролитиаза развился у 16,6% больных экзаменационной выборки. Были сопоставлены оценка риска развития двустороннего нефролитиаза по данным прогноза и фактические результаты обследования. В группе с высоким риском частота развития двустороннего нефролитиаза в наблюдаемый период составила 63,6% (7 из 11 пациентов), что статистически достоверно выше ($p < 0,05$), чем в группе с умеренным риском (11,1%, 2 из 18 пациентов) и низким риском (3,2%, 1 случай из 31).

Таким образом, несмотря на многообразие физико-химических проявлений мочекаменной болезни, в целом, и двустороннего нефролитиаза, в частности, патогенетическая обособленность и независимость двусторонней формы мочекаменной болезни представляется очевидной. Для прогнозирования риска развития двустороннего нефролитиаза высокоинформативным является показатель относительного риска. В пользу высокого риска свидетельствуют повышение рН мочи более 6,1, снижение концентрации магния мочи менее 2,26 ммоль/л, значения степени насыщения мочи оксалатом кальция более 3,27 и относительная канальцевая реабсорбция менее 97,5%. Клиническая апробация выявила высокую способность предложенной математической модели к прогнозированию развития двустороннего нефролитиаза.

Литература

1. Лопаткин Н. А., Дзеранов Н. К. Пятнадцатилетний опыт применения ДЛТ в лечении мочекаменной болезни // Пленум правления Российского общества урологов: Тез. докл. М., 2003. С. 5–25.
2. Naseri M., Varasteh A. R., Alamdaran S. A. Metabolic factors associated with urinary calculi in children // Iran J. Kidney Dis. 2010. Vol. 4. P. 32–38.
3. Huang Z., Fu F., Zhong Z. et al. Flexible ureteroscopy and laser lithotripsy for bilateral multiple intrarenal stones: is this a valuable choice? // Urology. 2012. Vol. 80, N 4. P. 800–804.
4. Тиктинский О. Л., Александров В. П. Мочекаменная болезнь. СПб., 2000. 384 с.
5. Coe F. L., Evan A., Worcester E. Kidney stone disease // J. Clin. Invest. 2005. Vol. 115, N 10. P. 2598–2608.
6. Stark R., Hesse A. Harnstein-Nachsorge in der urologischen Praxis // Congress Compact Verlag. 2000. 88 p.
7. Kadlec A. O., Greco K., Fridirici Z. C. et al. Metabolic syndrome and urinary stone composition: what factors matter most? // Urology. 2012. Vol. 80, N 4. P. 805–810.
8. Assimos D. Re: biochemical determinants of severe lithogenic activity in patients with idiopathic calcium nephrolithiasis // J. Urol. 2012. Vol. 187, N 3. P. 926.
9. Goldfarb D. S., Arowojolu O. Metabolic evaluation of first-time and recurrent stone formers // Urol. Clin. North Am. 2013. Vol. 40, N 1. P. 13–20.
10. Takayama T., Nagata M., Mugiya S., Ozono S. Future perspective in the treatment of urolithiasis based on oxalate metabolism // Hinyokika Kyo. 2011. Vol. 57, N 1. P. 39–41.
11. Гаджиев Н. К. Двусторонний нефролитиаз: физико-химические аспекты патогенеза и прогнозирование риска развития заболевания: дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2010. 155 с.

12. Назаров Т.Х. Современные аспекты патогенеза, диагностики и лечения мочекаменной болезни: дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. 173 с.
13. Шатохина С.Н., Шабалин В.Н. Феномен патологической кристаллизации камнеобразующих солей мочи при уролитиазе // Урология и нефрология. 1998. № 2. С. 16–19.
14. Дзеранов Н.К., Константинова О.В., Беишиев Д.А. и др. Роль биохимических методов в динамическом наблюдении и лечении больных мочекаменной болезнью // Урология. 2001. № 4. С. 18–20.
15. Бареева Р.С., Яфясов А.М., Черняков Г.М. Использование миллиметрового излучения сверхслабой интенсивности для исследования камнеобразующих свойств мочи человека // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 4. 2004. Вып. 3. С. 92–95.
16. Левковский С.Н., Бареева Р.С. Физические свойства мочи в патогенезе уролитиаза // Клин. патофизиология. 2004. С. 24–27.
17. MacDougall L., Taheri S., Crofton P. Biochemical risk factors for stone formation in a Scottish paediatric hospital population // Ann. Clin. Biochem. 2010. Vol. 47, N 2. P. 125–130.
18. Наточин Ю.В. Почка. Справочник врача. СПб., 1997. 208 с.

Статья поступила в редакцию 25 декабря 2014 г.

Контактная информация

Васильев Андрей Глебович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии с курсами иммунопатологии и медицинской информатики; avas7@mail.ru

Гаджиев Нариман Казиханович — врач-уролог; creativeon@mail.ru

Тагиров Наир Сабирович — кандидат медицинских наук, врач-уролог; ruslana73nair@mail.ru

Лихтшангоф Александр Зиновьевич — кандидат медицинских наук, профессор; zinovich@list.ru

Vasiliev Andrey G. — Doctor of Medicine, Professor; Head of Department; avas7@mail.ru

Gadzhiev Nariman K. — urologist; creativeon@mail.ru

Tagirov Nair S. — Candidate of Medicine, urologist; ruslana73nair@mail.ru

Lihtshangof Aleksandr Z. — Candidate of Medicine, Professor; zinovich@list.ru